

MICROMACHINE SWITCH

Publication number: JP2000149750

Publication date: 2000-05-30

Inventor: CHIN SHOKO

Applicant: NIPPON ELECTRIC CO

Classification:

- international: *H01H1/06; H01H1/20; H01H59/00; H01P1/12; H01H1/20; H01H1/06; H01H1/12; H01H59/00; H01P1/10; H01H1/12; (IPC1-7): H01H59/00; H01H1/06*

- european: H01H59/00B; H01P1/12D

Application number: JP19980313017 19981104

Priority number(s): JP19980313017 19981104

Also published as:



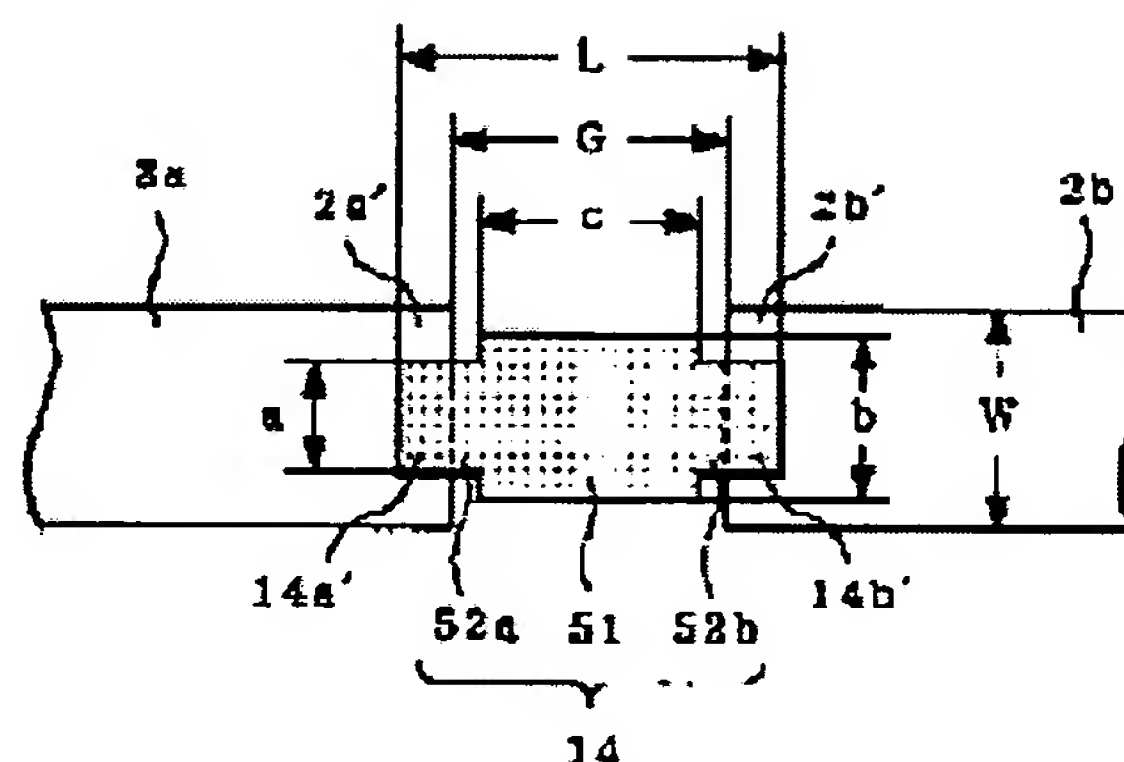
WO0026933 (A1)

US6433657 (B1)

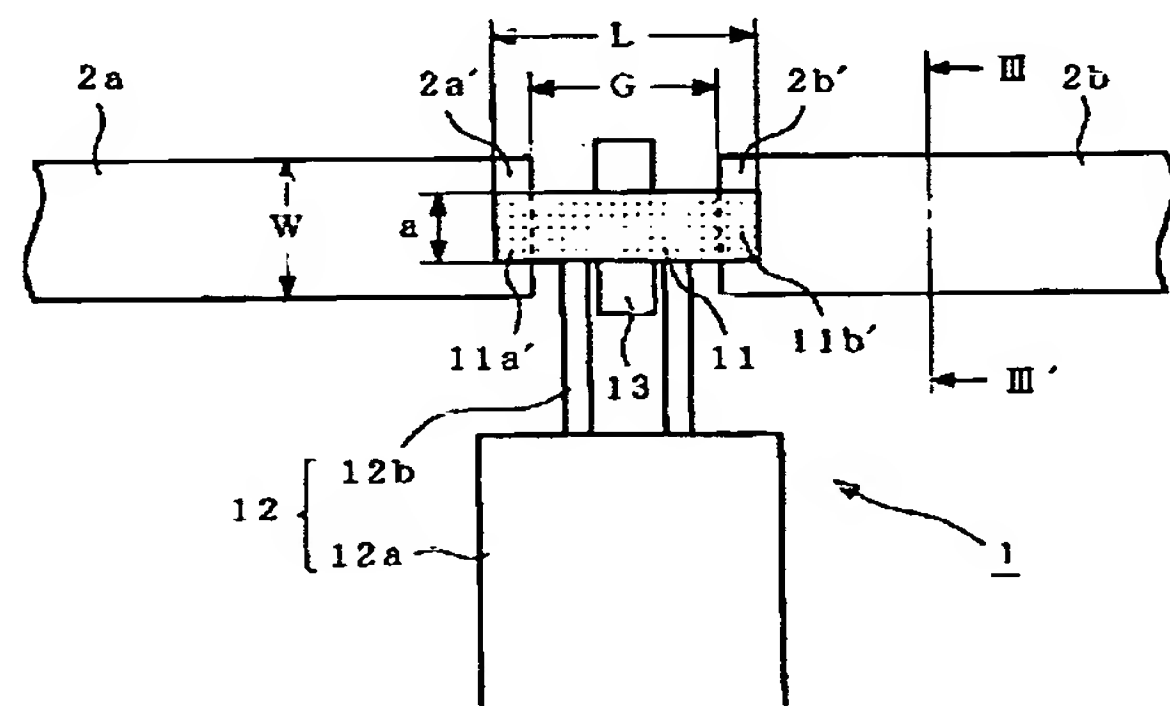
Report a data error here

Abstract of JP2000149750

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve an isolation characteristic at the OFF time, by making a moving element include a projecting part formed by notching at least one end of the periphery on at least one distributed constant line side of the periphery, and by making the width of the projecting part, having the length in the direction parallel to the width direction of the distributed constant line, narrower than the width of the distributed constant line. **SOLUTION:** A switch moving element 14 is supported on one side, and a switch electrode is arranged in a gap G between microstrip lines (distributed constant lines) 2a, 2b. Both ends of the periphery of the switch moving element 14, on the microstrip line 2a side of a moving element body 51, are notched, to thereby form a projecting part (second projecting part) 52a. Similarly, both ends of the periphery on the microstrip line 2b side of the moving element body 51 are notched, to thereby form a projecting part (second projecting part) 52b. Each projecting part 52a, 52b has a rectangular shape, and the width thereof (a) is made narrower than the width W of each microstrip line 2a, 2b.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路のそれぞれと先端部が対向するように前記各分布定数線路の上方に配置されかつ導電体を含む可動子と、

静電力により前記可動子を変位させて前記各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、
前記可動子の少なくとも1つの先端部の面積は、この先端部と対向する前記分布定数線路の先端部の面積よりも小さいことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項2】 請求項1において、
前記可動子は、前記各分布定数線路の先端部よりも幅の狭い矩形状をしていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項3】 請求項1において、
前記可動子は、可動子本体の周縁のうち少なくとも1本の前記分布定数線路側の前記周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、
この突起部の幅は、対応する前記分布定数線路の先端部の幅よりも狭いことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項4】 請求項3において、
前記可動子の前記突起部が形成されている先端部は、前記可動子本体を含まないことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項5】 請求項3において、
前記可動子の前記突起部が形成されている先端部は、前記可動子本体の一部を含むことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項6】 請求項5において、
前記可動子本体の幅は、前記各分布定数線路の幅と同じであることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項7】 請求項3～6いずれか1項において、
前記突起部は、矩形状をしていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項8】 請求項3～6いずれか1項において、
前記突起部は、前記可動子本体に近い側の幅が前記可動子本体から遠い側の幅よりも広いことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項9】 互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路のそれぞれと先端部が対向するように前記各分布定数線路の上方に配置されかつ導電体を含む可動子と、
静電力により前記可動子を変位させて前記各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、
少なくとも1本の前記分布定数線路は、分布定数線路本体の前記可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、
この突起部の幅は、対応する前記可動子の先端部の幅よりも狭いことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項10】 請求項9において、
前記突起部が形成された前記分布定数線路の先端部は、前記分布定数線路本体を含まないことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項11】 請求項9において、
前記突起部が形成された前記分布定数線路の先端部は、前記分布定数線路本体の一部を含むことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項12】 請求項11において、
前記可動子の幅は、前記各分布定数線路本体の幅と同じであることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項13】 請求項9～12いずれか1項において、
前記突起部は、矩形状をしていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項14】 互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路のそれぞれと先端部が対向するように前記各分布定数線路の上方に配置されかつ導電体を含む可動子と、

静電力により前記可動子を変位させて前記各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、
少なくとも1本の前記分布定数線路は、分布定数線路本体の前記可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第1の突起部を含み、
前記可動子は、前記分布定数線路の前記第1の突起部に対向するように可動子本体の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第2の突起部を含むことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項15】 請求項1～14いずれか1項において、
前記可動子は、少なくとも前記可動子の下面の全面が導体で形成されていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項16】 請求項1～14いずれか1項において、
前記可動子は、導体部材と、
この導体部材の下面の全面に形成された絶縁体薄膜とからなることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ミリ波帯ないしマイクロ波帯で使用されるマイクロマシンスイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】ミリ波帯ないしマイクロ波帯で使用されるスイッチ素子には、PINダイオードスイッチ、HEMTスイッチ、マイクロマシンスイッチなどがある。なかでもマイクロマシンスイッチは、他の素子に比べて損失が少なく、小型化・高集積化が容易であるという特徴を有している。

【0003】図13は、従来のマイクロマシンスイッチの構造を示す斜視図である。また、図14は、図13に示されたマイクロマシンスイッチの平面図である。マイクロマシンスイッチ101は、スイッチ可動子111と支持手段112とスイッチ電極113とにより構成されている。そして、このマイクロマシンスイッチ101は、2本のRFマイクロストリップ線路102a、102bとともに、誘電体基板103上に形成されている。この誘電体基板103の背面には、グランド板104が配置されている。マイクロストリップ線路102aと102bは、ギャップGを隔てて近接配置されている。そして、これらマイクロストリップ線路102aと102bとの間の誘電体基板103上に、スイッチ電極113が配置されている。スイッチ電極113は、マイクロストリップ線路102a、102bよりも低く形成されている。

【0004】このスイッチ電極113の上方にはスイッチ可動子111が配置されている。スイッチ電極113とスイッチ可動子111とにより、コンデンサ構造が形成される。図14に示されるように、スイッチ可動子111の長さLはギャップGより長い。このため、スイッチ可動子111の両端がマイクロストリップ線路102a、102bそれぞれの端部と対向している。スイッチ可動子111は、マイクロストリップ線路102a、102bの幅Wと同じ幅に形成されている。スイッチ可動子111は、誘電体基板103上に固定された支持手段112により片持ち支持されている。

【0005】図13に示されるように、通常、スイッチ可動子111はマイクロストリップ線路102a、102bの上方にある。このため、スイッチ可動子111はマイクロストリップ線路102a、102bのいずれとも接触しないので、マイクロマシンスイッチ101はオフ状態になる。このとき、マイクロストリップ線路102aからマイクロストリップ線路102bに伝達される高周波エネルギーは少ない。しかし、スイッチ電極113に制御電圧が印加されると、静電力によりスイッチ可動子111が引き下げられる。そして、スイッチ可動子111がマイクロストリップ線路102a、102bのそれぞれと接触すると、マイクロマシンスイッチ101はオン状態になる。このとき、マイクロストリップ線路102aからの高周波エネルギーは、スイッチ可動子111を経由して、マイクロストリップ線路102bに伝達される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したようにスイッチ可動子111の両端はマイクロストリップ線路102a、102bのそれぞれと対向している。このため、スイッチ可動子111とマイクロストリップ線路102a、102bのそれぞれとの間にもコンデンサ構造が形成される。このため、マイクロマシンスイッチ101が

オフ状態であっても、スイッチ可動子111と各マイクロストリップ線路102a、102bとの容量結合により、マイクロストリップ線路102aからの高周波エネルギーがマイクロストリップ線路102b側に漏れてしまう。すなわち、従来のマイクロマシンスイッチ101はオフ時のアイソレーション特性が悪いという問題があった。例えば、マイクロ波スイッチング回路では、概ね15dB以上のアイソレーションが必要である。

【0007】本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、マイクロマシンスイッチのオフ時のアイソレーション特性を向上させることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1記載の発明は、互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路のそれぞれと先端部が対向するように各分布定数線路の上方に配置されかつ導電体を含む可動子と、静電力により可動子を変位させて各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、可動子の少なくとも1つの先端部の面積は、この先端部と対向する分布定数線路の先端部の面積よりも小さい。また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、可動子は、各分布定数線路の先端部よりも幅の狭い矩形状をしている。また、請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、可動子は、可動子本体の周縁のうち少なくとも1本の分布定数線路側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、この突起部の幅は、対応する分布定数線路の先端部の幅よりも狭い。また、請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、可動子の突起部が形成されている先端部は、可動子本体を含まない。また、請求項5記載の発明は、請求項3記載の発明において、可動子の突起部が形成されている先端部は、可動子本体の一部を含む。また、請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、可動子本体の幅は、各分布定数線路の幅と同じである。また、請求項7記載の発明は、請求項3～6いずれか1項記載の発明において、突起部は、矩形状をしている。また、請求項8記載の発明は、請求項3～6いずれか1項記載の発明において、突起部は、可動子本体に近い側の幅が可動子本体から遠い側の幅よりも広い。また、請求項9記載の発明は、互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路のそれぞれと先端部が対向するように各分布定数線路の上方に配置されかつ導電体を含む可動子と、静電力により可動子を変位させて各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、少なくとも1本の分布定数線路は、分布定数線路本体の可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、この突起部の幅は、対応する可動子の先端部の幅よりも狭い。また、請求項10記載の発明は、請求項9記載の発明において、突起部が形成された分布定数線路の先端部

は、分布定数線路本体を含まない。また、請求項11記載の発明は、請求項9記載の発明において、突起部が形成された分布定数線路の先端部は、分布定数線路本体の一部を含む。また、請求項12記載の発明は、請求項11記載の発明において、可動子の幅は、各分布定数線路本体の幅と同じである。また、請求項13記載の発明は、請求項9～12いずれか1項記載の発明において、突起部は、矩形状をしている。また、請求項14記載の発明は、互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路のそれぞれと先端部が対向するように各分布定数線路の上方に配置されかつ導電体を含む可動子と、静電力により可動子を変位させて各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、少なくとも1本の分布定数線路は、分布定数線路本体の可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第1の突起部を含み、可動子は、分布定数線路の第1の突起部に対向するように可動子本体の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第2の突起部を含む。また、請求項15記載の発明は、請求項1～14いずれか1項記載の発明において、可動子は、少なくとも可動子の下面の全面が導体で形成されている。また、請求項16記載の発明は、請求項1～14いずれか1項記載の発明において、可動子は、導体部材と、この導体部材の下面の全面に形成された絶縁体薄膜とからなる。

【0009】可動子の先端部の面積を、分布定数線路の先端部の面積よりも小さくすることにより、可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなる。また、分布定数線路本体の少なくとも一端を切り欠いて、可動子の先端部よりも幅の狭い突起部を形成し、この突起部を可動子と対向させる。これにより、可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなる。可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなれば、両者の容量結合が弱まる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

(第1の実施の形態) 図1は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第1の実施の形態の構造を示す斜視図である。また、図2は、図1に示されたマイクロマシンスイッチの平面図である。図1に示されるように、マイクロマシンスイッチ1は、スイッチ可動子11と支持手段12とスイッチ電極13とにより構成されている。そして、このマイクロマシンスイッチ1は、2本のRFマイクロストリップ線路(分布定数線路)2a、2bとともに、誘電体基板3上に形成されている。この誘電体基板3の背面には、グランド板4が配置されている。

【0011】マイクロストリップ線路2aと2bは、ギャップGを隔てて近接配置されている。マイクロストリップ線路2a、2bの幅は共にWである。そして、マイクロストリップ線路2aと2bとの間の誘電体基板3上

に、スイッチ電極13が配置されている。スイッチ電極13は、マイクロストリップ線路2a、2bよりも低く形成されている。このスイッチ電極13には、電気信号に基づいて、駆動電圧が選択的に印加される。このスイッチ電極13の上方にはスイッチ可動子11が配置されている。スイッチ可動子11は導電体部材で形成されている。したがって、スイッチ電極13とスイッチ可動子11とによりコンデンサ構造が形成される。

【0012】一方、支持手段12は、ポスト部12aとアーム部12bとからなる。ポスト部12aは、各マイクロストリップ線路2a、2b間のギャップGから所定距離を隔てて、誘電体基板3上に固定されている。また、アーム部12bは、ポスト部12aの上面の一端から、ギャップG上まで伸びている。支持手段12は誘電体、半導体または導体により形成される。この支持手段12のアーム部12bの先端にスイッチ可動子11が固定されている。

【0013】図2に示されるように、スイッチ可動子11は全体として矩形状をしている。このスイッチ可動子11の長さLはギャップGよりも長い。このため、スイッチ可動子11の先端部11a'、11b'はそれぞれ、マイクロストリップ線路2a、2bの先端部2a'、2b'の一部と対向している。

【0014】ここで、スイッチ可動子11の先端部11a'、11b'は、スイッチ可動子11の両端からそれぞれ長さ(L-G)/2の部分を用いる。また、マイクロストリップ線路2a、2bの先端部2a'、2b'は、マイクロストリップ線路2a、2bの端からそれぞれ長さ(L-G)/2の部分を用いる。後述するスイッチ可動子14、15、16それぞれの先端部14a'、14b'、15a'、15b'、16a'、16bと、マイクロストリップ線路6a、6b、7a、7bそれぞれの先端部6a'、6b'、7a'、7b'についても同じである。

【0015】また、スイッチ可動子11の幅aは、各マイクロストリップ線路2a、2bの幅Wよりも狭い。したがって、スイッチ可動子11の先端部11a'、11b'の面積はそれぞれ、各マイクロストリップ線路2a、2bの先端部2a'、2b'の面積よりも小さくなる。

【0016】次に、図1に示されたマイクロマシンスイッチ1の動作について説明する。図3は、図2におけるマイクロマシンスイッチ1のIII-III'線断面を示す断面図であり、図3(a)はマイクロマシンスイッチ1のオフ状態、図3(b)はオン状態をそれぞれ示している。図3(a)に示されるように、通常、スイッチ可動子11はマイクロストリップ線路2a、2bから高さhのところにある。ここで、高さhは数μm程度である。したがって、スイッチ電極13に駆動電圧が印加されていない場合、スイッチ可動子11はマイクロストリップ

線路2a、2bのそれぞれと接触しない。

【0017】しかし、スイッチ可動子11にはマイクロストリップ線路2a、2bと対向する部分がある。この部分でコンデンサ構造が形成されるので、マイクロストリップ線路2aと2bとはスイッチ可動子11を介して相互結合される。スイッチ可動子11と各マイクロストリップ線路2a、2bとの間の容量は、スイッチ可動子11と各マイクロストリップ線路2a、2bとの対向面積に比例する。図13に示された従来のマイクロマシンスイッチ101の場合、スイッチ可動子111の幅は各マイクロストリップ線路102a、102bの幅Wと同じである。したがって、スイッチ可動子111と各マイクロストリップ線路102a、102bとの対向面積は、 $(L-G) \times W$ となる。

【0018】これに対して、図1に示されたマイクロマシンスイッチ1の場合、スイッチ可動子11の幅aが各マイクロストリップ線路2a、2bの幅Wよりも狭い。このため、スイッチ可動子11と各マイクロストリップ線路2a、2bとの対向部分の幅が狭くなり、対向面積は $(L-G) \times a$ となる。このように、スイッチ可動子11の幅aを各マイクロストリップ線路2a、2bの幅

Wよりも狭く形成することにより、対向面積を小さくできるので、スイッチ可動子11と各マイクロストリップ線路2a、2bとの間に形成される容量を小さくできる。これにより、マイクロストリップ線路2aと2bとの相互結合が弱まるので、マイクロマシンスイッチ1がオフ状態のときのエネルギー漏れが抑制される。

【0019】ここで、図1に示された本発明によるマイクロマシンスイッチ1と、図13に示された従来のマイクロマシンスイッチ101それぞれのオフ時のアイソレーション特性を示す。表1は、以下に示すようにパラメータを設定したときに得られたオフ時アイソレーション特性の計算結果を示す表である。すなわち、誘電体基板3、103の厚さ $H=200\mu\text{m}$ 、誘電体基板3、103の比誘電率 $\epsilon_r=4.6$ 、幅 $W=370\mu\text{m}$ 、ギャップ $G=200\mu\text{m}$ 、オフ時のスイッチ可動子11、111の高さ $h=5\mu\text{m}$ 、スイッチ可動子11、111の長さ $L=260\mu\text{m}$ 、高周波エネルギーの周波数は30GHzである。また、スイッチ可動子11、111の幅aについては、表1に示すとおりである。

【0020】

【表1】

スイッチ可動子	パラメータ	アイソレーション特性
111	$a=370\mu\text{m}$	12dB
11	$a=300\mu\text{m}$	13dB
	$a=200\mu\text{m}$	15dB
	$a=100\mu\text{m}$	18dB

【0021】ここで、マイクロストリップ線路2a、102aからスイッチ可動子11、111への入力エネルギーを E_{in} 、スイッチ可動子11、111からマイクロ

$$(\text{アイソレーション特性}) = -10 \log (E_{out}/E_{in}) \quad \cdots \Phi$$

式から明らかなように、アイソレーション特性の値が大きいほど、高隔離を実現できる。表1に示されるように、スイッチ可動子11、111の幅aが小さいほど、アイソレーション特性の値が大きくなる。したがって、図1に示された本発明によるマイクロマシンスイッチ1を用いることにより、オフ時のアイソレーションを向上できる。

【0022】図1に示されたマイクロマシンスイッチ1は、マイクロ波スイッチング回路、移相器、可変フィルタなどに用いられる。例えば、マイクロ波スイッチング回路では、概ね15dB以上のアイソレーションが必要である。したがって、図1に示されたマイクロマシンスイッチ1をマイクロ波スイッチング回路に適用する場合、スイッチ可動子11の幅aを $200\mu\text{m}$ 以下にする

ストリップ線路2b、102bへの出力エネルギーを E_{out} とすると、アイソレーション特性は Φ 式により求められる。

ことにより、良好なスイッチング特性を得られる。なお、要求されるアイソレーションは、マイクロマシンスイッチ1が適用されるマイクロ波回路およびミリ波回路ごとに異なる。したがって、スイッチ可動子11の幅aが $200\mu\text{m}$ 以上であっても効果がある場合もあることは言うまでもない。

【0023】一方、制御電圧として例えば正の電圧がスイッチ電極13に印加されたとする。このとき、スイッチ電極13の表面には正電荷が現れる。また、スイッチ電極13に対向するスイッチ可動子11の表面には、静電誘導により負電荷が現れる。そして、スイッチ電極13の正電荷とスイッチ可動子11の負電荷との静電力により、吸引力が発生する。

【0024】この吸引力により、スイッチ可動子11

は、図3(b)に示されるように、スイッチ電極13の方に引き下げらる。そして、スイッチ可動子11がマイクロストリップ線路2a、2bのそれぞれと接触すると、マイクロマシンスイッチ1はオン状態になる。このとき、マイクロストリップ線路2aからの高周波エネルギーは、スイッチ可動子11を経由して、マイクロストリップ線路2bに伝達される。

【0025】(第2の実施の形態) 図4は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第2の実施の形態の要部を示す平面図である。図4において、図2と同一部分には同一符号を付しており、その説明を適宜省略する。また、図4におけるスイッチ可動子14は、図2におけるスイッチ可動子11と同様に、支持手段12により片持ち支持されている。また、マイクロストリップ線路2aと2bとの間のギャップGには、スイッチ電極13が配置されている。しかし、図4において、支持手段12およびスイッチ電極13の記載は省略されている。後掲する図5～図9についても同じである。

【0026】図4に示されたマイクロマシンスイッチ1は、図1におけるスイッチ可動子11の代わりに、図4におけるスイッチ可動子14を用いたものである。スイッチ可動子14は、可動子本体51のマイクロストリップ線路2a側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部(第2の突起部)52aが形成されている。同じく、可動子本体51のマイクロストリップ線路2b側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部(第2の突起部)52bが形成されている。ここで、可動子本体51とは、スイッチ可動子14の幅bをなす部分のことである。同様に、後述するスイッチ可動子15の可動子本体53とは、スイッチ可動子15の幅bをなす部分のことである。

【0027】各突起部52a、52bは矩形状をしている。各突起部52a、52bの幅aは、各マイクロストリップ線路2a、2bの幅Wよりも狭い。また、可動子本体51の長さcは、マイクロストリップ線路2aと2bとの間のギャップGよりも短い。このため、可動子本体51はスイッチ可動子14の先端部14a'、14b'に含まれない。すなわち、可動子本体51はマイク

ロストリップ線路2a、2bのそれぞれと対向しない。したがって、スイッチ可動子14と各マイクロストリップ線路2a、2bとの対向面積は、図1に示されたマイクロマシンスイッチ1と同じく、 $(L-G) \cdot a$ となる。すなわち、図4に示されたマイクロマシンスイッチ1により、図1に示されたマイクロマシンスイッチ1と同等のアイソレーション特性を得られる。

【0028】ところで、線路のインピーダンスは線路の表面積に関係するので、線路の幅が狭いほどインピーダンスが高くなる。このため、図1に示されるマイクロマシンスイッチ1のように、スイッチ可動子11全体の幅を狭くすると、マイクロマシンスイッチ1のオン時におけるギャップG上の特性インピーダンスが高くなってしまふ。線路に不連続部分があると、そこで高周波エネルギーの反射が起こる。ギャップG上の特性インピーダンスが高くなると、インピーダンス不整合が生じる。このため、マイクロマシンスイッチ1のオン時の反射が大きくなってしまふ。

【0029】これに対して、図4におけるスイッチ可動子14では、可動子本体51の幅bが、各マイクロストリップ線路2a、2bと対向する突起部52a、52bの幅aよりも広くなっている。すなわち、可動子本体51の幅bは、突起部52a、52bの幅aよりも、各マイクロストリップ線路2a、2bの幅Wに近い。したがって、スイッチ可動子14におけるインピーダンス不整合が緩和されるので、オン時の高周波エネルギーの反射が抑制される。

【0030】ここで、図1および図4に示されたマイクロマシンスイッチ1それぞれの、オフ時のアイソレーション特性とオン時の反射特性を示す。表2は、所定のパラメータを設定したときに得られたオフ時アイソレーション特性と、オン時反射特性の計算結果を示す表である。a、b、c以外のパラメータは、表1と同じである。

【0031】

【表2】

可動子	パラメータ	アイソレーション特性	反射特性
11	$a = 200 \mu\text{m}$	15 dB	-23 dB
	$a = 150 \mu\text{m}$	17 dB	-20 dB
	$a = 100 \mu\text{m}$	18 dB	-17 dB
14	$a = 100 \mu\text{m}$ $b = 200 \mu\text{m}$ $c = 180 \mu\text{m}$	18 dB	-21 dB

【0032】ここで、マイクロストリップ線路2a, 102aからスイッチ可動子11, 14への入力エネルギーを E_{in} 、スイッチ可動子11, 14からマイクロスト

$$(\text{反射特性}) = 10 \log (E_{re}/E_{in})$$

②式から明らかなように、反射特性の値が小さいほど、エネルギー損失が小さくなる。

【0033】表2において、スイッチ可動子14と、 $a = 100 \mu\text{m}$ としたときのスイッチ可動子11とを対比する。両者のアイソレーション特性の値は共に18 dBで同じである。しかし、反射特性の値は、スイッチ可動子11よりもスイッチ可動子14の方が小さくなる。このように、図4に示されたスイッチ可動子14を用いることにより、オン時のエネルギー損失を改善できる。なお、マイクロストリップ線路2a, 2bの諸寸法W, Gを基に、スイッチ可動子14の諸寸法L, a, b, cを設定することにより、適切なアイソレーション特性と反射特性とを選択できる。

【0034】図5および図6は、図4におけるスイッチ可動子14の他の形状を示す平面図である。図5に示されるように、スイッチ可動子14は、可動子本体51の各マイクロストリップ線路2a, 2b側の周縁の一端が切り欠かれたものであってもよい。図5に示されたスイッチ可動子14では、図4に示されたスイッチ可動子14よりも、各マイクロストリップ線路2a, 2bとの対向面積が増える。それでも、図13に示された従来のマイクロマシンスイッチ1よりも良いオフ時のアイソレーション特性が得られる。

【0035】また、スイッチ可動子14の突起部52a, 52bは、矩形状に限られるものではない。例えば、図6に示されるように、突起部(第2の突起部)52a, 52bが台形状をしていてもよい。突起部52a, 52bの形状を、可動子本体51に近い側の幅が可動子本体51から遠い側の幅よりも広くすることにより、スイッチ可動子14の強度を高めることができる。なお、図4～図6に示されたスイッチ可動子14の可動子本体51の幅bは、マイクロストリップ線路2a, 2bの幅Wよりも狭い。しかし、反射特性が著しく劣化し

リップ線路2a, 102aへの反射エネルギーを E_{re} とすると、反射特性は②式により求められる。

... ②

ない範囲で可動子本体51の幅bを広くしてもよい。

【0036】(第3の実施の形態)図7は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第3の実施の形態の要部を示す平面図である。図7におけるスイッチ可動子15は、可動子本体53の長さcがギャップGよりも長く、可動子本体53の幅bがマイクロストリップ線路2a, 2bの幅Wと等しい点で、図4におけるスイッチ可動子14と異なる。なお、図7において54a, 54bは突起部(第2の突起部)である。

【0037】可動子本体53の長さcがギャップGよりも長いので、可動子本体53の一部はスイッチ可動子15の先端部15a', 15b'に含まれる。すなわち、可動子本体53の一部は、マイクロストリップ線路2a, 2bのそれぞれと対向する。このため、図7におけるスイッチ可動子15と各マイクロストリップ線路2a, 2bとの対向面積は、図4における対向面積よりも大きくなる。したがって、図7におけるスイッチ可動子15を用いると、図1および図4におけるスイッチ可動子11, 14を用いたときよりも、オフ時のアイソレーション特性が悪くなる。それでも、従来よりは良いアイソレーション特性が得られることはいうまでもない。

【0038】しかしながら、可動子本体53の長さcがギャップGよりも長いので、可動子15の切り欠かれた部分はギャップG上に存在しない。しかも、可動子本体53の幅bはマイクロストリップ線路2a, 2bの幅Wと等しい。このため、図7に示されたマイクロマシンスイッチ1のオン時の不連続部分は、スイッチ可動子15と各マイクロストリップ線路2a, 2bとの接触部分のみとなる。したがって、図7におけるスイッチ可動子15を用いることにより、図4におけるスイッチ可動子14よりも、さらにオン時の反射特性を改善することができる。

【0039】なお、可動子本体53の幅bはマイクロス

トリップ線路2a, 2bの幅Wと等しいとした。しかし、これらが完全に等しくなくても効果は得られる。また、スイッチ可動子15は、可動子本体53の各マイクロストリップ線路2a, 2b側それぞれの周縁の一端が切り欠かれたものであってもよい。また、スイッチ可動子15の突起部54a, 54bは、矩形状に限られるものではない。例えば、台形状をしていてもよい。

【0040】(第4の実施の形態)図8は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第4の実施の形態の要部を示す平面図である。図8に示されるように、スイッチ可動子16は矩形状をしている。その一方、マイクロストリップ線路6aは、線路本体61aのスイッチ可動子16側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部(第1の突起部)62aが形成されている。同じくマイクロストリップ線路6bは、線路本体61bのスイッチ可動子16側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部(第1の突起部)62bが形成されている。ここで、線路本体61a, 61bとはそれぞれ、マイクロストリップ線路6a, 6bの幅Wをなす部分のことである。同様に、後述するマイクロストリップ線路7a, 7bの線路本体71a, 71bとは、マイクロストリップ線路7a, 7bの幅Wをなす部分のことである。

【0041】各突起部62a, 62bは矩形状をしている。各突起部62a, 62bの幅dは、スイッチ可動子16の幅eよりも狭い。また、各マイクロストリップ線路6a, 6bそれぞれの線路本体61a, 61b間の距離Dは、スイッチ可動子16の長さLよりも長い。このため、線路本体61a, 61bはそれぞれ、マイクロストリップ線路6a, 6bの先端部6a', 6b'に含まれない。すなわち、線路本体61a, 61bのそれぞれは、スイッチ可動子16と対向しない。

【0042】このように、図8に示されたマイクロマシンスイッチ1は、図4に示されたマイクロマシンスイッチ1でスイッチ可動子14に突起部52a, 52bを形成する代わりに、マイクロストリップ線路6a, 6bにそれぞれ突起部62a, 62bを形成したものである。この他の部分については、図4に示されたマイクロマシンスイッチ1と同様である。したがって、例えば、マイクロストリップ線路6a, 6bそれぞれの突起部62a, 62bは、線路本体6a, 6bのスイッチ可動子16側の周縁の一端が切り欠かれて形成されたものであってもよい。また、各突起部54a, 54bは、矩形状に限られるものではない。例えば、台形状をしていてもよい。このようにマイクロマシンスイッチ1を構成しても、図4に示されたマイクロマシンスイッチ1と同様の効果が得られる。

【0043】(第5の実施の形態)図9は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第5の実施の形態の要部を示す平面図である。図9に示されたマイクロマシンスイッチは、次の点で図8に示されたマイクロマシンスイッ

チ1と異なる。まず、各マイクロストリップ線路7a, 7bそれぞれの線路本体71a, 71b間の距離Dが、スイッチ可動子16の長さLよりも短い。このため、線路本体71a, 71bはそれぞれ、マイクロストリップ線路7a, 7bの先端部7a', 7b'に含まれる。すなわち、線路本体71a, 71bのそれぞれは、スイッチ可動子16と対向する。

【0044】また、スイッチ可動子16の幅eがマイクロストリップ線路7a, 7bの幅Wと等しい。この他の部分については、図8に示されたマイクロマシンスイッチ1と同じである。なお、図9において72a, 72bは突起部(第1の突起部)である。このようにマイクロマシンスイッチ1を構成しても、図7に示されたマイクロマシンスイッチ1と同様の効果が得られる。なお、スイッチ可動子16の幅eはマイクロストリップ線路7a, 7bの幅Wと等しいとした。しかし、これらが完全に等しくなくても効果は得られる。

【0045】(第6の実施の形態)図10は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第6の実施の形態の要部を示す平面図である。図10に示されたマイクロマシンスイッチは、図4におけるスイッチ可動子14と、図8におけるマイクロストリップ線路6a, 6bとを組み合わせたものである。このようにスイッチ可動子14およびマイクロストリップ線路6a, 6bの両方を切り欠いても、スイッチ可動子14とマイクロストリップ線路6a, 6bとの対向面積を小さくできる。したがって、マイクロマシンスイッチ1のオフ時のアイソレーション特性を高められる。

【0046】なお、スイッチ可動子14の突起部52a, 52bの幅aと、マイクロストリップ線路6a, 6bの突起部62a, 62bの幅dとは、同じであっても、異なってもよい。また、図4におけるスイッチ可動子14の代わりに図5～図7におけるスイッチ可動子14, 15を用いてもよく、図8におけるマイクロストリップ線路6a, 6bの代わりに図9におけるマイクロストリップ線路7a, 7bを用いてもよい。

【0047】以上、ギャップG上にスイッチ電極13が配置されている構成のマイクロマシンスイッチ1を用いて、本発明の実施の形態を説明した。しかし、本発明は、図11に示されるような断面形状をもつマイクロマシンスイッチ8にも適用できる。すなわち、図11に示されるマイクロマシンスイッチ8は、スイッチ電極(駆動手段)として上部電極13aと下部電極13bとをもつ。下部電極13bは、支持手段のアーム部12bの下方であって、マイクロストリップ線路2a, 2b(または6a, 6b、または7a, 7b)間ではない誘電体基板3上に形成されている。また、上部電極13aはアーム部12bの上面に密着形成されている。これら上部電極13aと下部電極13bとは、アーム部12bを挟んで対向している。アーム部12bは、絶縁部材により形

成されている。

【0048】上部電極13aおよび下部電極13bの少なくとも一方に駆動電圧が印加される。そして、静電力によりアーム部12bが引き下げられ、スイッチ可動子11（または14、または15、または16）がマイクロストリップ線路2a、2b（または6a、6b、または7a、7b）のそれぞれと接触する。このようなマイクロマシンスイッチ8に本発明を適用しても、上述したものと同一効果が得られる。

【0049】また、図4～図7におけるスイッチ可動子14、15はいずれも、可動子本体51、53の両側が切り欠かれて、突起部52a、52b、54a、54bが形成されている。しかし、可動子本体51の一方の側のみに突起部52aまたは52bを形成した場合でも、あるいは可動子本体53の一方の側のみに突起部54aまたは54bを形成した場合でも、効果は得られる。図8、図9におけるマイクロストリップ線路6a、6b、7a、7bについても同様である。すなわち、マイクロストリップ線路6a、6bの一方のみに突起部62aまたは62bを形成した場合でも、マイクロストリップ線路7a、7bの一方のみに突起部72aまたは72bを形成した場合でも、効果は得られる。

【0050】また、図1～図11に示されたマイクロマシンスイッチ1、8は、2本のマイクロストリップ線路2a、2b（または6a、6b、または7a、7b）を接・断するものである。しかし、本発明は3本以上のマイクロストリップ線路を接・断するマイクロマシンスイッチ1、8にも適用できる。また、本発明の実施の形態を説明するにあたり、分布定数線路としてマイクロストリップ線路2a、2b（または6a、6b、または7a、7b）を用いた。しかし、分布定数線路として、コプレーナ線路、トリプレート線路またはスロット線路を用いても、同様の効果が得られる。

【0051】また、図1～図11に示されたマイクロマシンスイッチ1、8は、オーム結合形でも、容量結合形でもよい。オーム結合形のマイクロマシンスイッチ1、8の場合、スイッチ可動子11、14～16の全体が導体部材で形成されていてもよい。また、スイッチ可動子11、14～16は、図12(a)に示されるように、半導体または絶縁体の部材81と、その下面（すなわち、マイクロストリップ線路2a、2b等に対向する面）の全面に形成された導体膜82とにより構成されていてもよい。すなわち、スイッチ可動子11、14～16は、少なくともスイッチ可動子11、14～16の下面の全面が導体で形成されていればよい。また、容量結合形のマイクロマシンスイッチ1、8の場合、図12(b)に示されるように、導体部材83と、その下面（すなわち、マイクロストリップ線路2a、2b等に対向する面）に形成された絶縁体薄膜84とにより構成されている。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明では、可動子の先端部の面積を、分布定数線路の先端部の面積よりも小さくする。これにより、可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなるので、可動子と分布定数線路との容量結合が弱くなる。したがって、マイクロマシンスイッチのオフ時のアイソレーション特性を向上させることができる。また、請求項2記載の発明では、可動子を矩形状に形成し、その幅を分布定数線路の先端部よりも狭くする。これにより、請求項1記載の発明と同じ効果が得られる。

【0053】また、請求項3記載の発明では、可動子本体の少なくとも一端を切り欠いて、分布定数線路の先端部よりも幅の狭い突起部を形成する。この突起部を分布定数線路と対向させることにより、請求項1記載の発明と同じ効果が得られる。また、請求項2記載の発明と比較すると、各分布定数線路のギャップ上の可動子の幅を広くできる。このため、請求項2記載の発明よりも良いオン時の反射特性が得られる。また、請求項4記載の発明では、可動子の突起部の先端部分のみが分布定数線路と対向する。これにより、分布定数線路と対向する可動子の先端部の幅が、全体的に分布定数線路よりも狭くなる。このため、請求項2記載の発明と同等のオフ時のアイソレーション特性を実現しつつ、同発明よりも良いオン時の反射特性が得られる。

【0054】また、請求項5記載の発明では、可動子の突起部とともに、可動子本体の一部が分布定数線路と対向する。したがって、請求項4記載の発明と比較すると、可動子と分布定数線路との対向面積が増えてしまう。しかし、従来よりもオフ時のアイソレーション特性を向上できる。さらに、請求項6記載の発明では、可動子本体の幅を分布定数線路と同じ幅に形成する。これにより、分布定数線路と可動子との不連続部分がほぼなくなる。したがって、請求項4記載の発明よりも、さらに良いオン時の反射特性が得られる。

【0055】また、請求項7記載の発明では、可動子の突起部を矩形状に形成する。可動子の両端が切り欠かれて矩形状の突起部が形成されている場合、可動子の長さ方向に位置決め誤差が生じても、可動子と分布定数線路との対向面積が一定となる。また、請求項8記載の発明では、可動子の突起部を、可動子本体に近い側を可動子本体から遠い側よりも広く形成する。これにより、突起部の強度が高くなる。

【0056】また、請求項9記載の発明では、分布定数線路本体の少なくとも一端を切り欠いて、可動子の先端部よりも幅の狭い突起部を形成する。この突起部を可動子と対向させることにより、可動子と分布定数線路との対向面積を小さくすることができる。したがって、請求項1記載の発明と同様に、マイクロマシンスイッチのオフ時のアイソレーション特性を向上させることができ

る。また、請求項10記載の発明では、分布定数線路の突起部の先端部分のみが可動子と対向する。これにより、請求項4記載の発明と同様の効果が得られる。

【0057】また、請求項11記載の発明では、分布定数線路の突起部とともに、分布定数線路本体の一部が可動子と対向する。これにより、請求項5記載の発明と同様の効果が得られる。さらに、請求項12記載の発明では、可動子の幅を分布定数線路本体と同じ幅に形成する。これにより、請求項6記載の発明と同様の効果が得られる。また、請求項13記載の発明では、分布定数線路の突起部を矩形状に形成する。これにより、請求項7記載の発明と同様の効果が得られる。また、請求項14記載の発明では、分布定数線路の第1の突起部と、可動子の第2の突起部とを、互いに対向するように形成する。これにより、請求項1記載の発明と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第1の実施の形態の構造を示す斜視図である。

【図2】 図1に示されたマイクロマシンスイッチの平面図である。

【図3】 図2におけるマイクロマシンスイッチのIII-III'線断面を示す断面図である。

【図4】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第2の実施の形態の要部を示す平面図である。

【図5】 図4におけるスイッチ可動子の他の形状を示す平面図である。

【図6】 図4におけるスイッチ可動子の他の形状を示す平面図である。

【図7】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第3の実施の形態の要部を示す平面図である。

【図8】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第4

の実施の形態の要部を示す平面図である。

【図9】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第5の実施の形態の要部を示す平面図である。

【図10】 本発明によるマイクロマシンスイッチの第6の実施の形態の要部を示す平面図である。

【図11】 他の構成をもつマイクロマシンスイッチの断面を示す断面図である。

【図12】 スイッチ可動子の断面を示す断面図である。

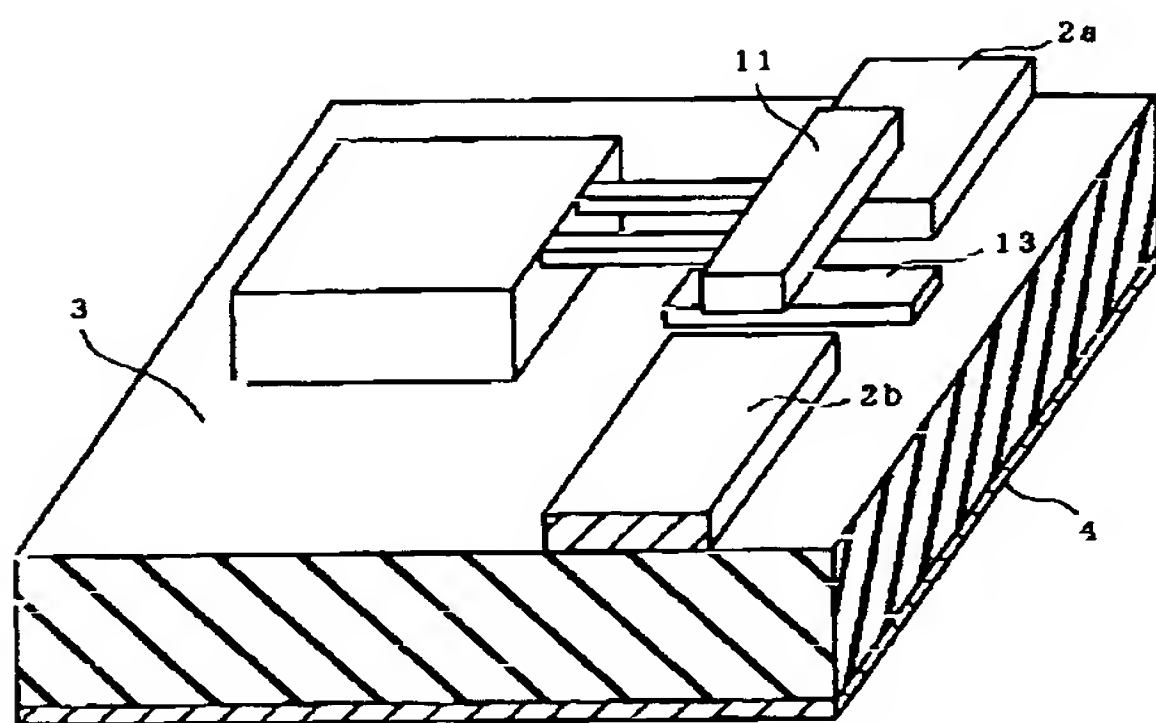
【図13】 従来のマイクロマシンスイッチの構造を示す斜視図である。

【図14】 図13に示されたマイクロマシンスイッチの平面図である。

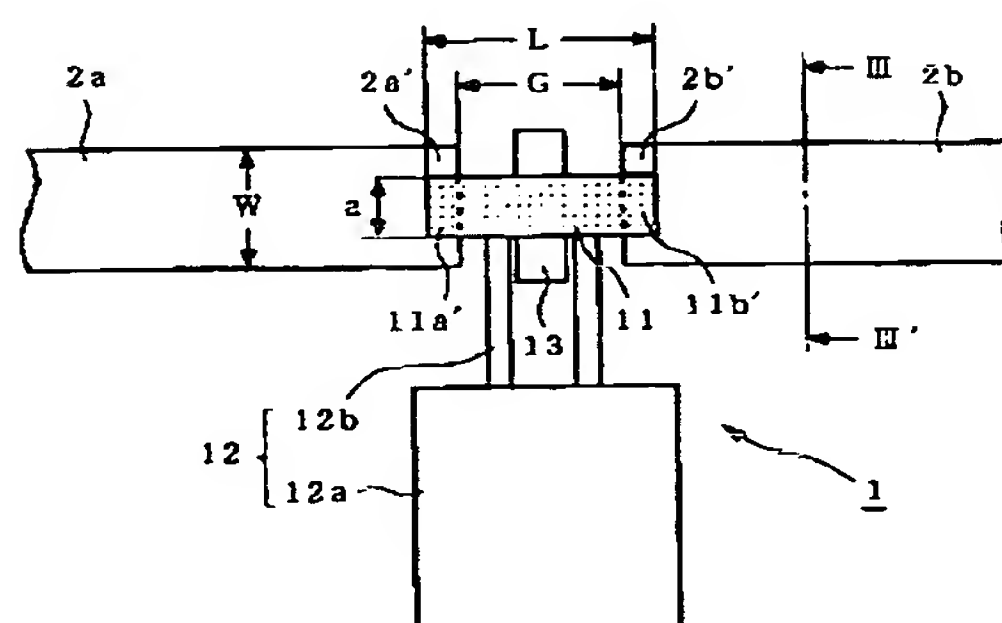
【符号の説明】

1, 8…マイクロマシンスイッチ、2a, 2b, 6a, 6b, 7a, 7b…マイクロストリップ線路、2a', 2b', 6a', 6b', 7a', 7b'…マイクロストリップ線路の先端部、3…誘電体基板、4…グランド板、11, 14~16…スイッチ可動子、11a', 11b', 14a', 14b', 15a', 15b', 16a', 16b'…スイッチ可動子の先端部、12…支持手段、12a…ポスト部、12b…アーム部、13…スイッチ電極、13a…上部電極、13b…下部電極、51, 53…可動子本体、52a, 52b, 54a, 54b, 61a, 61b, 71a, 71b…突起部、61a, 61b, 71a, 71b…線路本体、81…半導体または絶縁体の部材、82…導体膜、83…導体部材、84…絶縁体薄膜、a…スイッチ可動子の先端部の幅、b…可動子本体の幅、c…可動子本体の長さ、d…突起部の幅、D…線路本体間の距離、e…可動子の幅、G…ギャップ、h…スイッチ可動子の高さ、H…誘電体基板の厚さ、L…スイッチ可動子の長さ。

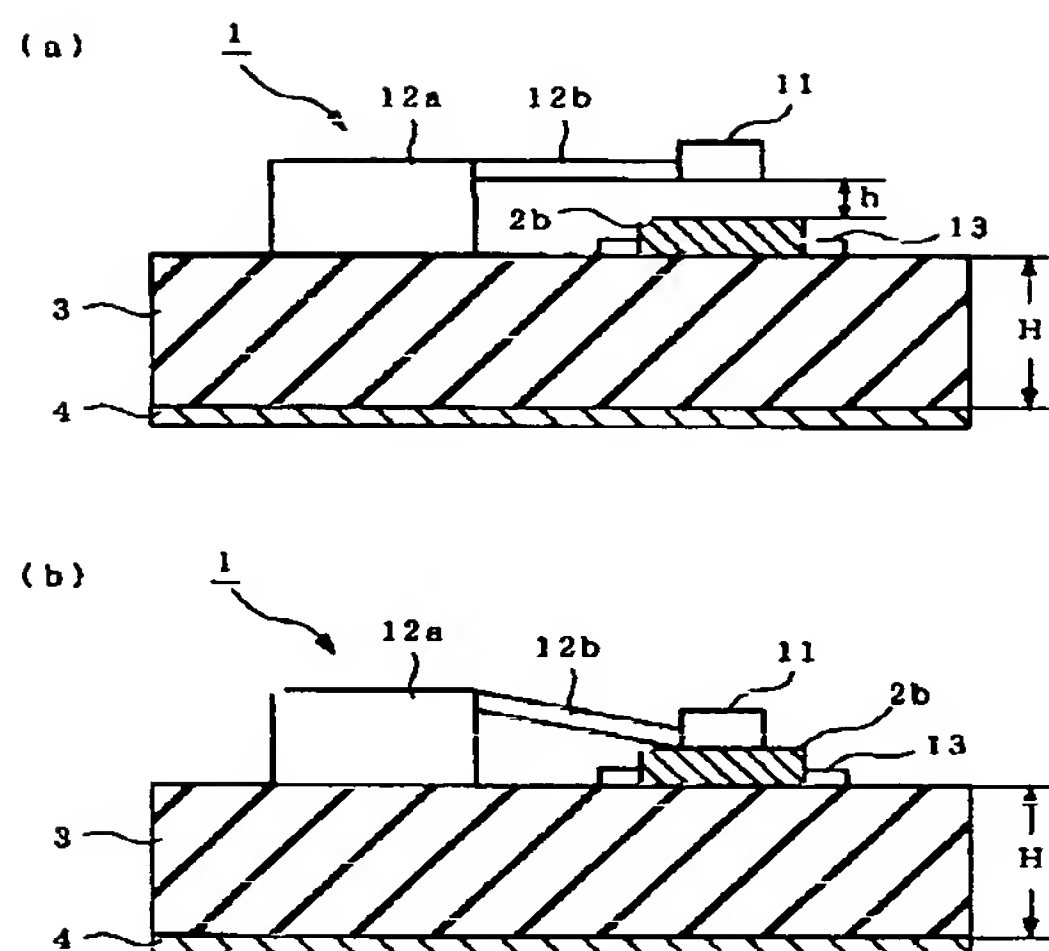
【図1】



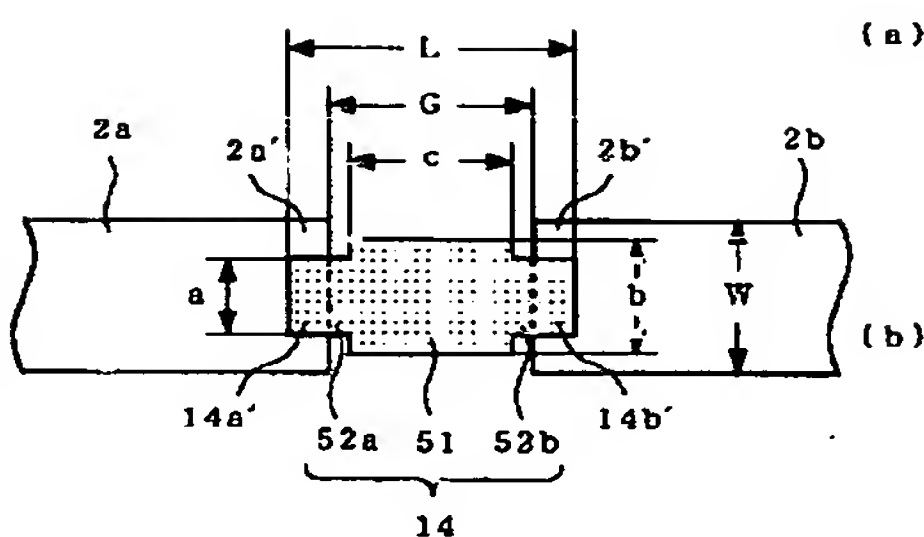
【図2】



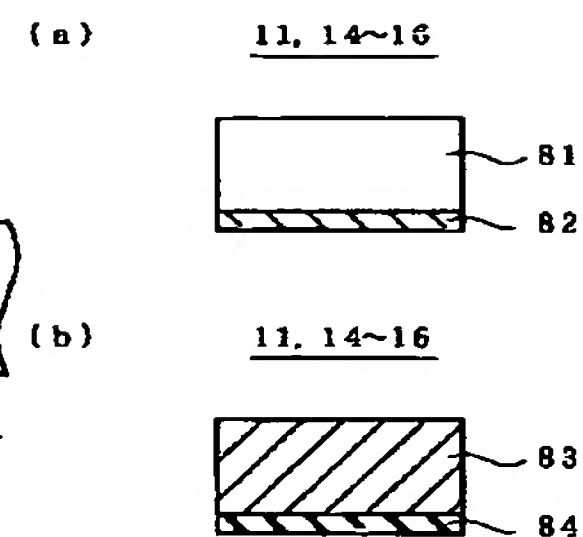
【図3】



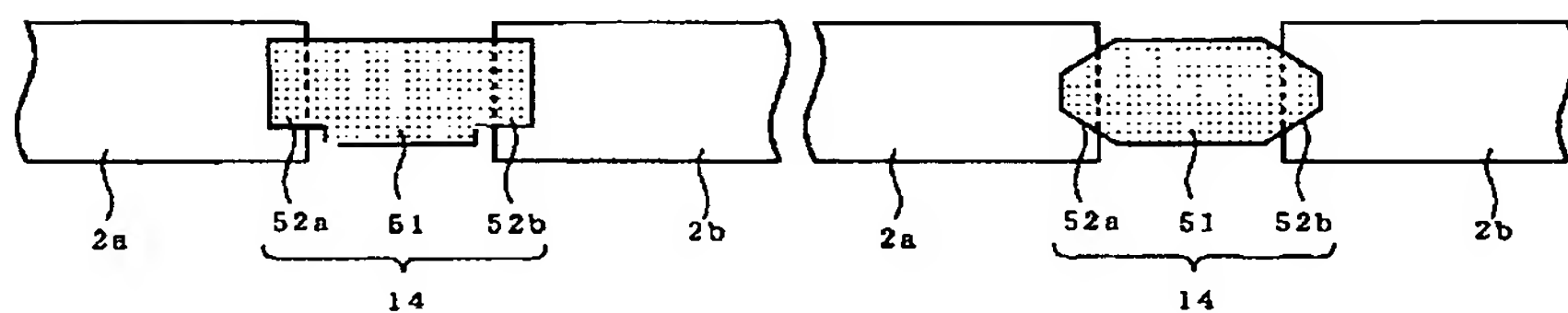
【図4】



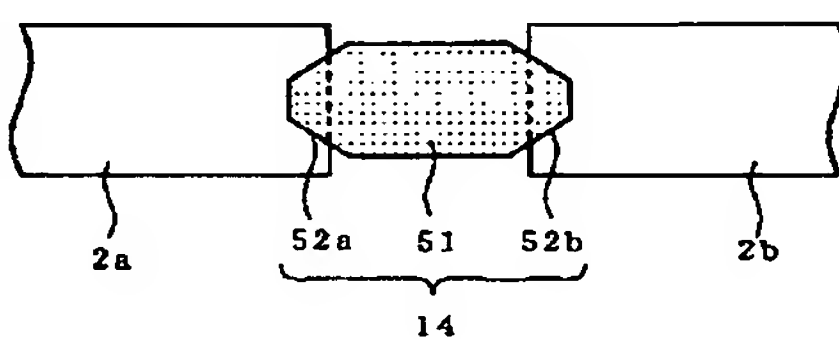
【図12】



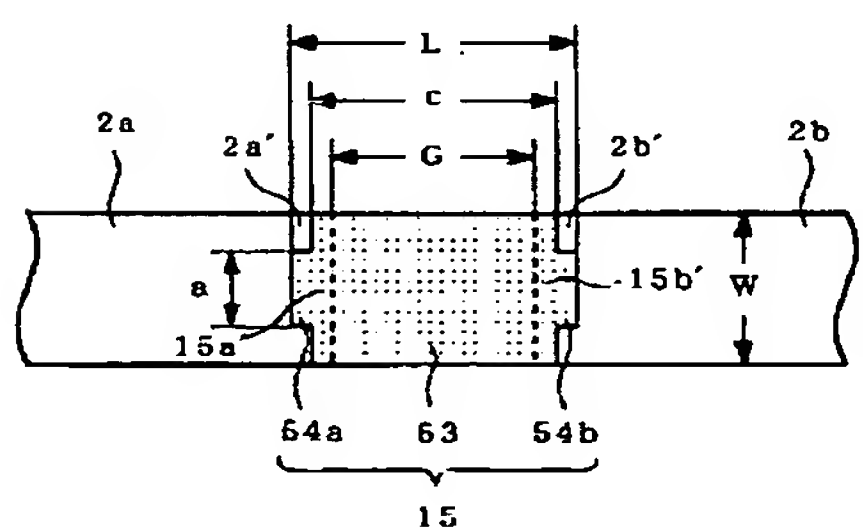
【図5】



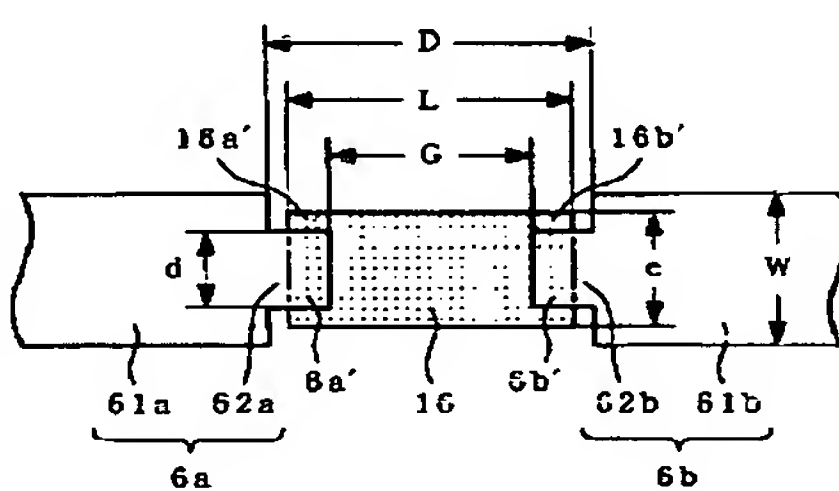
【図6】



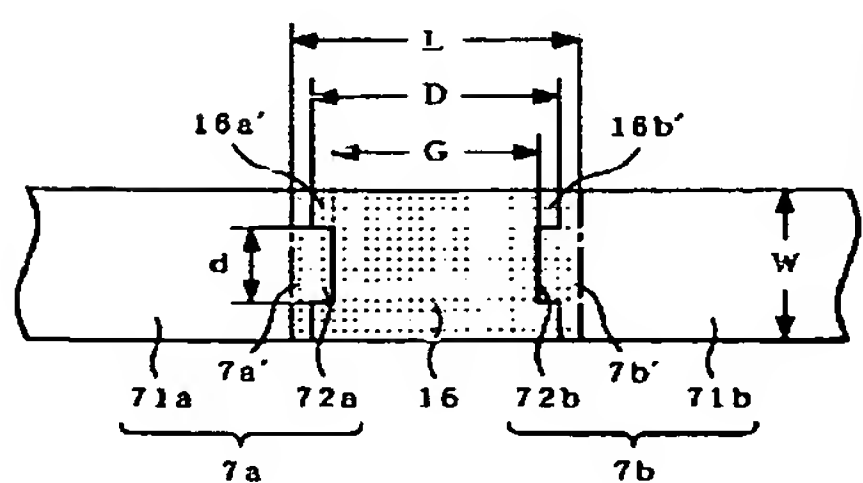
【図7】



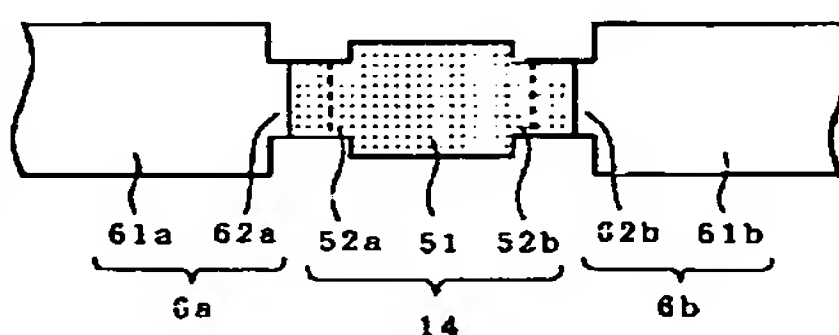
【図8】



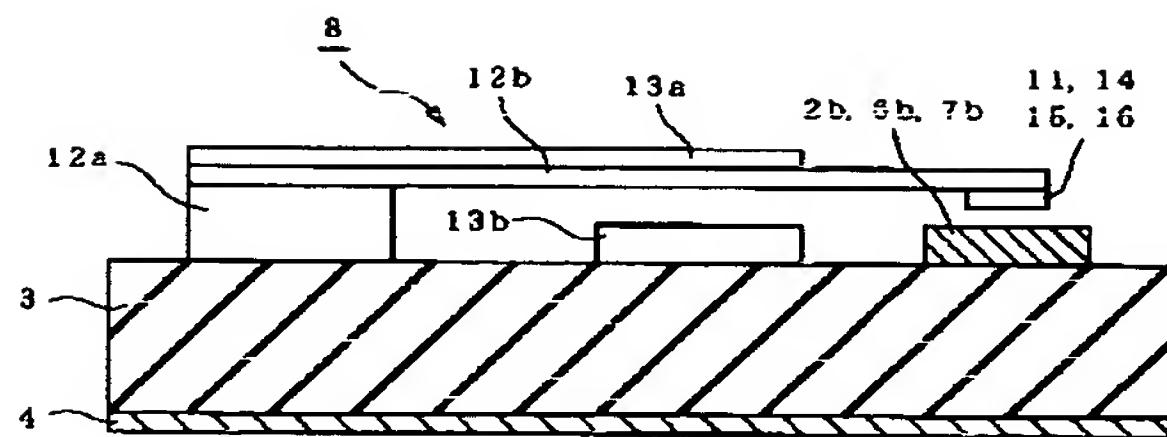
【図9】



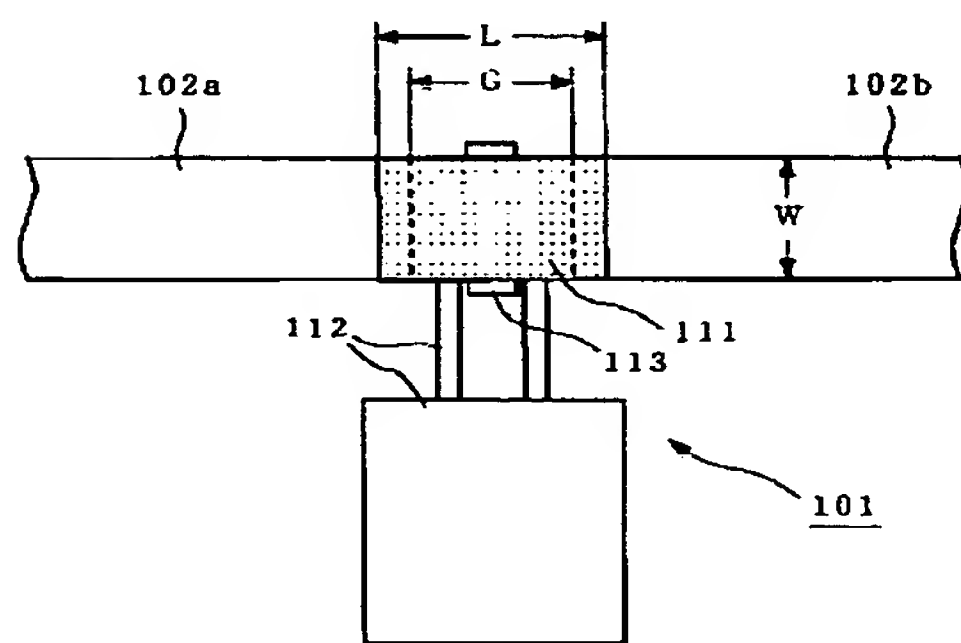
【図10】



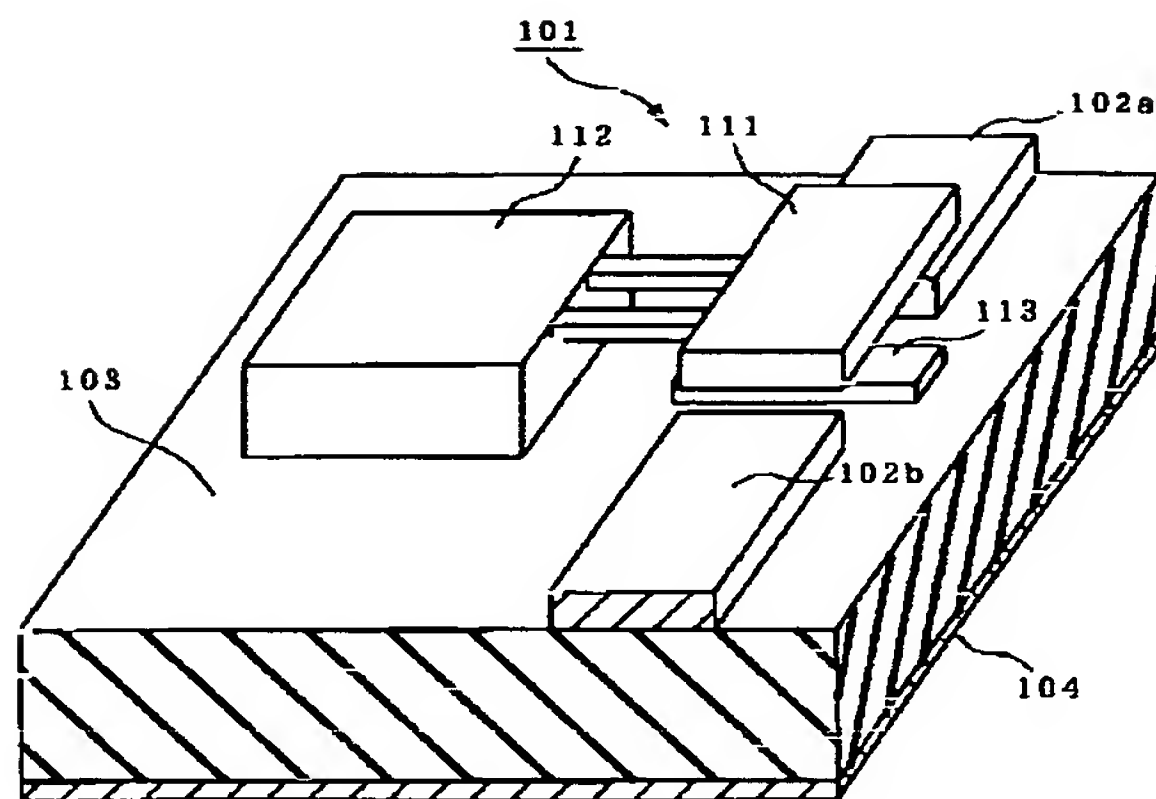
【図11】



【図14】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成11年11月1日(1999.11.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路と、
これらの分布定数線路のそれぞれと対向するように前記各分布定数線路の上方に配置されかつ前記各分布定数線路と接触したときに前記各分布定数線路を高周波的に接続する可動子と、
静電力により前記可動子を変位させて前記各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、
前記可動子は、この可動子の周縁のうち少なくとも1本の前記分布定数線路側の前記周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、
この突起部は、前記分布定数線路の幅方向と平行な方向の長さである幅が前記分布定数線路の幅よりも狭いことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項2】 請求項1において、
前記可動子の突起部と対向する前記分布定数線路は、前

記可動子の前記突起部を除く部分である可動子本体とは、
対向していないことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項3】 請求項1において、
前記可動子の突起部と対向する前記分布定数線路は、前記可動子の前記突起部を除く部分である可動子本体の一部とも対向していることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項4】 請求項3において、
前記可動子の可動子本体の幅は、前記各分布定数線路の幅と同じであることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項5】 請求項1～4いずれか1項において、
前記可動子の突起部は、矩形状をしていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項6】 請求項1～4いずれか1項において、
前記可動子の突起部は、前記可動子の前記突起部を除く部分である可動子本体に近い側の幅が前記可動子本体から遠い側の幅よりも広いことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項7】 互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路と、
これらの分布定数線路のそれぞれと対向するように前記各分布定数線路の上方に配置されかつ前記各分布定数線

路と接触したときに前記各分布定数線路を高周波的に接続する可動子と、
 静電力により前記可動子を変位させて前記各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、
 少なくとも1本の前記分布定数線路は、この分布定数線路の前記可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、
 この突起部の幅は、前記可動子の幅である前記分布定数線路の幅方向と平行な方向の長さよりも狭いことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項8】 請求項7において、
 前記可動子は、前記突起部が形成されている前記分布定数線路の前記突起部を除く部分である分布定数線路本体とは対向していないことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項9】 請求項7において、
 前記可動子は、前記突起部が形成されている前記分布定数線路の前記突起部を除く部分である分布定数線路本体の一部とも対向していることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項10】 請求項9において、
 前記可動子の幅は、前記各分布定数線路の分布定数線路本体の幅と同じであることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項11】 請求項7～10いずれか1項において、
 前記分布定数線路の突起部は、矩形状をしていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項12】 互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路と、
 これらの分布定数線路のそれぞれと対向するように前記各分布定数線路の上方に配置されかつ前記各分布定数線路と接触したときに前記各分布定数線路を高周波的に接続する可動子と、
 静電力により前記可動子を変位させて前記各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、
 少なくとも1本の前記分布定数線路は、この分布定数線路の前記可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第1の突起部を含み、
 前記可動子は、前記分布定数線路の前記第1の突起部に対向するように前記可動子の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第2の突起部を含むことを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項13】 請求項1～12いずれか1項において、
 前記可動子は、少なくとも前記可動子の下面の全面が導体で形成されていることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【請求項14】 請求項1～12いずれか1項において、

前記可動子は、導体部材と、
 この導体部材の下面の全面に形成された絶縁体薄膜とからなることを特徴とするマイクロマシンスイッチ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1記載の発明は、互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路と、これらの分布定数線路のそれぞれと対向するように各分布定数線路の上方に配置されかつ各分布定数線路と接触したときに各分布定数線路を高周波的に接続する可動子と、静電力により可動子を変位させて各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、可動子は、この可動子の周縁のうち少なくとも1本の分布定数線路側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、この突起部は、分布定数線路の幅方向と平行な方向の長さである幅が分布定数線路の幅よりも狭い。また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、可動子の突起部と対向する分布定数線路は、可動子の突起部を除く部分である可動子本体とは対向していない。また、請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、可動子の突起部と対向する分布定数線路は、可動子の突起部を除く部分である可動子本体の一部とも対向している。また、請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、可動子の可動子本体の幅は、各分布定数線路の幅と同じである。また、請求項5記載の発明は、請求項1～4いずれか1項記載の発明において、可動子の突起部は、矩形状をしている。また、請求項6記載の発明は、請求項1～4いずれか1項記載の発明において、可動子の突起部は、可動子の突起部を除く部分である可動子本体に近い側の幅が可動子本体から遠い側の幅よりも広い。また、請求項7記載の発明は、互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路と、これらの分布定数線路のそれぞれと対向するように各分布定数線路の上方に配置されかつ各分布定数線路と接触したときに各分布定数線路を高周波的に接続する可動子と、静電力により可動子を変位させて各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、少なくとも1本の分布定数線路は、この分布定数線路の可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された突起部を含み、この突起部の幅は、可動子の幅である分布定数線路の幅方向と平行な方向の長さよりも狭い。また、請求項8記載の発明は、請求項7記載の発明において、可動子は、突起部が形成されている分布定数線路の突起部を除く部分である分布定数線路本体とは対向していない。また、請求項9記載の発明は、請求項7記載の発明において、可動子は、突起部が形成されている分布

定数線路の突起部を除く部分である分布定数線路本体の一部とも対向している。また、請求項10記載の発明は、請求項9記載の発明において、可動子の幅は、各分布定数線路の分布定数線路本体の幅と同じである。また、請求項11記載の発明は、請求項7～10いずれか1項記載の発明において、分布定数線路の突起部は、矩形状をしている。また、請求項12記載の発明は、互いに近接配置された少なくとも2本の分布定数線路と、これらの分布定数線路のそれぞれと対向するように各分布定数線路の上方に配置されかつ各分布定数線路と接触したときに各分布定数線路を高周波的に接続する可動子と、静電力により可動子を変位させて各分布定数線路に接触させる駆動手段とを備え、少なくとも1本の分布定数線路は、この分布定数線路の可動子側の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第1の突起部を含み、可動子は、分布定数線路の第1の突起部に対向するように可動子の周縁の少なくとも一端が切り欠かれて形成された第2の突起部を含む。また、請求項13記載の発明は、請求項1～12いずれか1項記載の発明において、可動子は、少なくとも可動子の下面の全面が導体で形成されている。また、請求項14記載の発明は、請求項1～12いずれか1項記載の発明において、可動子は、導体部材と、この導体部材の下面の全面に形成された絶縁体薄膜とからなる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】可動子の少なくとも一端を切り欠いて分布定数線路よりも幅（分布定数線路の幅方向と平行な方向の長さ）の狭い突起部を形成し、この突起部を分布定数線路と対向させる。あるいは、分布定数線路の少なくとも一端を切り欠いて可動子よりも幅（分布定数線路の幅方向と平行な方向の長さ）の狭い突起部を形成し、この突起部を可動子と対向させる。これにより、可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなる。可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなれば、両者の容量結合が弱まる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、マイクロストリップ線路（分布定数線路）において、マイクロストリップ線路の長手方向の長さを「長さ」といい、マイクロストリップ線路の長手方向と直交する幅方向の長さを「幅」という。

また、可動子において、マイクロストリップ線路の長手方向と平行な方向の長さを「長さ」といい、マイクロストリップ線路の幅方向と平行な方向の長さを「幅」という。

（第1の実施の形態）図1は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第1の実施の形態の構造を示す斜視図である。また、図2は、図1に示されたマイクロマシンスイッチの平面図である。図1に示されるように、マイクロマシンスイッチ1は、スイッチ可動子11と支持手段12とスイッチ電極（駆動手段）13とにより構成されている。そして、このマイクロマシンスイッチ1は、2本のRFマイクロストリップ線路（分布定数線路）2a、2bとともに、誘電体基板3上に形成されている。この誘電体基板3の背面には、グランド板4が配置されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】図4に示されたマイクロマシンスイッチ1は、図1におけるスイッチ可動子11の代わりに、図4におけるスイッチ可動子14を用いたものである。スイッチ可動子14は、スイッチ可動子14のマイクロストリップ線路2a側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部（第2の突起部）52aが形成されている。同じく、スイッチ可動子14のマイクロストリップ線路2b側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部（第2の突起部）52bが形成されている。ここで、スイッチ可動子14の突起部52a、52bを除く部分を可動子本体51という。すなわち、この可動子本体51とは、スイッチ可動子14の幅bをなす部分のことである。同様に、後述するスイッチ可動子15の突起部54a、54bを除く部分を可動子本体53という。すなわち、この可動子本体53とは、スイッチ可動子15の幅bをなす部分のことである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】図5および図6は、図4におけるスイッチ可動子14の他の形状を示す平面図である。図5に示されるように、スイッチ可動子14は、スイッチ可動子14の各マイクロストリップ線路2a、2b側の周縁の一端が切り欠かれたものであってもよい。図5に示されたスイッチ可動子14では、図4に示されたスイッチ可動子14よりも、各マイクロストリップ線路2a、2bとの対向面積が増える。それでも、図13に示された従来のマイクロマシンスイッチ1よりも良いオフ時のアイソ

レーション特性が得られる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】なお、可動子本体53の幅bはマイクロストリップ線路2a、2bの幅Wと等しいとした。しかし、これらが完全に等しくなくても効果は得られる。また、スイッチ可動子15は、スイッチ可動子15の各マイクロストリップ線路2a、2b側それぞれの周縁の一端が切り欠かれたものであってもよい。また、スイッチ可動子15の突起部54a、54bは、矩形状に限られるものではない。例えば、台形状をしていてもよい。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】(第4の実施の形態)図8は、本発明によるマイクロマシンスイッチの第4の実施の形態の要部を示す平面図である。図8に示されるように、スイッチ可動子16は矩形状をしている。その一方、マイクロストリップ線路6aは、マイクロストリップ線路6aのスイッチ可動子16側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部(第1の突起部)62aが形成されている。同じくマイクロストリップ線路6bは、マイクロストリップ線路6bのスイッチ可動子16側の周縁の両端が切り欠かれて、突起部(第1の突起部)62bが形成されている。ここで、マイクロストリップ線路6a、6bの突起部62a、62bを除く部分をそれぞれ線路本体61a、61bという。すなわち、これら線路本体61a、61bとはそれぞれ、マイクロストリップ線路6a、6bの幅Wをなす部分のことである。同様に、後述するマイクロストリップ線路7a、7bの突起部72a、72bを除く部分をそれぞれ線路本体71a、71bという。すなわち、これら線路本体71a、71bとは、マイクロストリップ線路7a、7bの幅Wをなす部分のことである。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】このように、図8に示されたマイクロマシンスイッチ1は、図4に示されたマイクロマシンスイッチ1でスイッチ可動子14に突起部52a、52bを形成する代わりに、マイクロストリップ線路6a、6bにそれぞれ突起部62a、62bを形成したものである。この他の部分については、図4に示されたマイクロマシ

ンスイッチ1と同様である。したがって、例えば、マイクロストリップ線路6a、6bそれぞれの突起部62a、62bは、マイクロストリップ線路6a、6bのスイッチ可動子16側の周縁の一端が切り欠かれて形成されたものであってもよい。また、各突起部54a、54bは、矩形状に限られるものではない。例えば、台形状をしていてもよい。このようにマイクロマシンスイッチ1を構成しても、図4に示されたマイクロマシンスイッチ1と同様の効果が得られる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】また、図4～図7におけるスイッチ可動子14、15はいずれも、スイッチ可動子14、15の両側が切り欠かれて、突起部52a、52b、54a、54bが形成されている。しかし、スイッチ可動子14の一方の側のみに突起部52aまたは52bを形成した場合でも、あるいはスイッチ可動子15の一方の側のみに突起部54aまたは54bを形成した場合でも、効果は得られる。図8、図9におけるマイクロストリップ線路6a、6b、7a、7bについても同様である。すなわち、マイクロストリップ線路6a、6bの一方のみに突起部62aまたは62bを形成した場合でも、マイクロストリップ線路7a、7bの一方のみに突起部72aまたは72bを形成した場合でも、効果は得られる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正内容】

【0052】

【発明の効果】

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正内容】

【0053】以上説明したように、請求項1記載の発明では、可動子の少なくとも一端を切り欠いて、分布定数線路よりも幅の狭い突起部を形成する。この突起部を分布定数線路と対向させることにより、可動子と分布定数線路との対向面積が小さくなるので、可動子と分布定数線路との容量結合が弱くなる。したがって、マイクロマシンスイッチのオフ時のアイソレーション特性を向上させることができる。また、分布定数線路よりも幅の狭い矩形状の可動子を使用した場合と比較すると、各分布定数線路のギャップ上の可動子の幅を広くできるので、この発明の方が良いオン時の反射特性を得られる。また、

請求項2記載の発明では、可動子の突起部のみが分布定数線路と対向する。これにより、可動子の分布定数線路と対向する部分の幅が、全体的に分布定数線路よりも狭くなる。このため、分布定数線路よりも幅の狭い矩形形状の可動子を使用した場合と同等のオフ時のアイソレーション特性を実現しつつ、この場合よりも良いオン時の反射特性が得られる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】また、請求項3記載の発明では、可動子の突起部とともに、可動子本体の一部が分布定数線路と対向する。したがって、請求項2記載の発明と比較すると、可動子と分布定数線路との対向面積が増えてしまう。しかし、従来よりもオフ時のアイソレーション特性を向上できる。さらに、請求項4記載の発明では、可動子本体の幅を分布定数線路と同じ幅に形成する。これにより、分布定数線路と可動子との不連続部分がほぼなくなる。したがって、請求項2記載の発明よりも、さらに良いオン時の反射特性が得られる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】また、請求項5記載の発明では、可動子の突起部を矩形形状に形成する。可動子の両端が切り欠かれて矩形形状の突起部が形成されている場合、可動子の長さ方向に位置決め誤差が生じても、可動子と分布定数線路との対向面積が一定となる。また、請求項6記載の発明では、可動子の突起部を、可動子本体に近い側を可動子本体から遠い側よりも広く形成する。これにより、突起

部の強度が高くなる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正内容】

【0056】また、請求項7記載の発明では、分布定数線路の少なくとも一端を切り欠いて、可動子よりも幅の狭い突起部を形成する。この突起部を可動子と対向させることにより、可動子と分布定数線路との対向面積を小さくすることができる。したがって、請求項1記載の発明と同様に、マイクロマシンスイッチのオフ時のアイソレーション特性を向上させることができる。また、請求項8記載の発明では、分布定数線路の突起部のみが可動子と対向する。これにより、請求項2記載の発明と同様の効果が得られる。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正内容】

【0057】また、請求項9記載の発明では、分布定数線路の突起部とともに、分布定数線路本体の一部が可動子と対向する。これにより、請求項3記載の発明と同様の効果が得られる。さらに、請求項10記載の発明では、可動子の幅を分布定数線路本体と同じ幅に形成する。これにより、請求項4記載の発明と同様の効果が得られる。また、請求項11記載の発明では、分布定数線路の突起部を矩形形状に形成する。これにより、請求項5記載の発明と同様の効果が得られる。また、請求項12記載の発明では、分布定数線路の第1の突起部と、可動子の第2の突起部とを、互いに対向するように形成する。これにより、請求項1記載の発明と同様の効果が得られる。